

山登り法によるエージェントの行動ルールの自動生成

黒木 麻理

乾 伸雄

小谷 善行

mary-k@fairy.ei.tuat.ac.jp nobu@cc.tuat.ac.jp kotani@cc.tuat.ac.jp

東京農工大学

概要

自然界において多くの動物たちが社会的関係を構成している。このような社会的関係について研究するとき、エージェントベースモデルを利用して社会的関係を分析する。本稿では簡単な捕食モデルでエージェントの行動について実験を行った。エージェントは行動ルールにしたがって行動し、行動ルールは山登り法によって更新される。更新された行動ルールからエージェントはどのような行動を生成するのか調べた。

Automatic Generation of Moving Rule of Agents by Hill-Climbing

KUROKI Mari INUI Nobuo KOTANI Yoshiyuki
Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

In nature, many animals constitute social relations. When we study these social relations, we analyze them using an agent-base model. In this paper, we experiment about move of agents in the simple prey-predator model. Agents act according to the moving rule. The moving rule of agents is updated by Hill-Climbing. We analyze what action agents generate from the moving rule.

1. はじめに

自然界において動物たちは群れのような社会的関係を構成している場合が多い。このような社会的関係について研究するとき、人工社会と呼ばれるエージェントベースモデルを利用して社会的関係を分析する。文献[1]では Sugarscape モデルと呼ばれる人工社会モデルを利用している。Sugarscape モデルとは二次元平面上にエサ (sugar) を配置し、そこでエージェントが活動するモデルである。エージェントはエサを求めて平面上を動き、エサを収集、消費する。エージェントの移動や生死、繁殖のルールやエサの繁殖や取引などのルールを設定することでエージェントの集団移動や取引、戦争などの社会的関係をシミュレートして研究することができる。エージェントベースモデルを用いた分析はルールから社会的関係を生成して行う。よって、簡単なルールを用いて複雑な社会的関係を生成することも可能で

ある。本稿では簡単な捕食モデルにおいて、エージェントが行動ルールにしたがったときに生成されるエージェントの行動について調べる。エージェントは周囲の環境情報とエージェントがもつ行動ルールから移動方向を決定する。エージェントが多くのエサがとれるように山登り法を用いて行動ルールを更新する。更新された行動ルールから生じるエージェントの行動を観察し、多くのエサをとる行動ルールはどのような行動を生成するかを観察する。

2. エージェントモデル

本稿は仮想空間にエージェントとエサが複数配置された捕食モデルを用いて実験を行う。仮想空間は $N \times N$ マスのトーラス状であり、それぞれのマスにはエージェントまたはエサが1体しかおまいることができない。エージェントの移動、エージェントによ

るエサの捕食，エサの発生を1周期として考える。複数周期実行し，エサの取得数やエージェントの移動の様子を観察する。

2. 1 エージェントの定義

エージェントは次のような機能をもつ。

- ・移動は4近傍のうちの1つを選択し，空マスなら移動する。選択したマスにエージェントまたはエサが存在していたら移動しない。
- ・体力をもち，毎周期に1ずつ減少する。体力が0になると移動できない。
- ・エージェントから一定数のマス内にいる他エージェントまたはエサの数やその距離を認識する。本稿では認識する範囲を視野と呼ぶことにする。
- ・エサのとなりのマスに移動したらエサをとる。エサをとると体力が増加する。

エージェントの移動方向は，方向ごとに認識した環境情報から評価値を計算し，評価値が最も大きい方向に決定する。評価値は次の行動ルールを用いて計算する。

v方向の評価値＝

$$w_{fd} \times \text{一番近いエサまでの距離} + \\ w_{ad} \times \text{一番近い他エージェントまでの距離} + \\ w_{fn} \times \text{視野内のエサの数} + \\ w_{an} \times \text{視野内の他エージェントの数} + r$$

v ∈ {上, 下, 左, 右}

r : 乱数 (0 から 0.1 まで 0.01 きざみ)

2. 2 エサの定義

エサは仮想空間に様に分布しており，仮想空間を移動しない。エージェントによってとられるとその場からなくなり，エサがあったマスは空マスとなる。エサは毎周期に一定の確率で空マスに発生する。エサの取得はそのエサの4近傍にいるエージェントによって行われる。エサをとるとエージェントの体力は，取得による増加分を4近傍にいるエージェントの数で割った値だけ増加する。

3. 行動ルールの更新

エージェントが一定周期でより多くのエサをとるように，移動方向を決定するエージェントの行動ルールを，山登り法を用いて更新する。エージェントのエサ取得数を比較して更新前よりも更新後のほうがエサ取得数が多かったら更新した行動ルールを採用する。行動ルールの更新の流れは次のようになる。

- (1) エージェントの行動ルールの w_{fb} , w_{ad} , w_{fn} , w_{an} のうち，どれか1つを0.1増加または減少する。

(2) 捕食モデルを実行する。

- (3) 更新前の行動ルールでのエサ取得数より更新後の行動ルールでのエサ取得数のほうが多かったら，そのまま(1)に戻って更新を続ける。そうでないなら，更新前の行動ルールに戻してから(1)に戻って更新を続ける。

4. 実験

捕食モデルの環境は次のように設定する。

- ・仮想空間の大きさは 30×30 マス
- ・エージェントの個体数は20，初期体力は150，視野の大きさは10
- ・エサの初期個体数は100，エサ取得による体力の増加は100
- ・行動ルールの w_{fd} , w_{ad} , w_{fn} , w_{an} の初期値は0
- ・300周期で1つの実行とし行動ルールを更新する。行動ルールの更新は1000回行う。

実験はエサ発生確率が1/100, 1/50, 1/1000の3種類について行い，エージェントのエサ取得数や行動の様子を観察する。

4. 1 エサ発生確率 1/100 の場合

はじめにエサの発生確率を1/100にして実験を行った。行動ルールを更新するとエージェントのエサ取得数は約2400になった。また，行動ルールは w_{ad} , w_{fn} の値は正， w_{fd} の値は負になった。エージェントは仮想空間全体に広がり，近いエサのある方向に移動する。エージェントの行動ルールの更新によるエサ取得数と行動ルールの変化の例を図1.1, 1.2に示す。

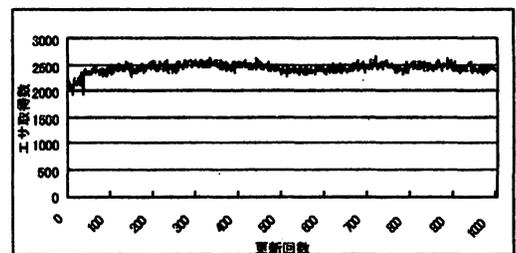


図 1.1 エサ発生確率 1/100 の環境でのエサ取得数の変化

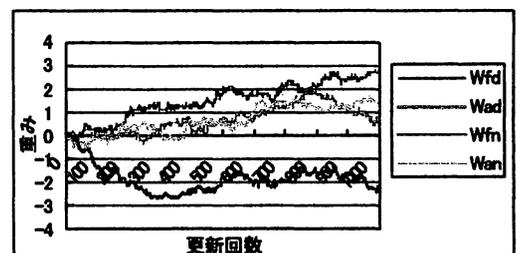


図 1.2 エサ発生確率 1/100 の環境での行動ルールの変化

4. 2 エサ発生確率 1/50 の場合

次にエサ発生確率を 1/50 とし、エサが発生しやすい環境で実験を行った。行動ルールを更新すると、エージェントのエサ取得数は約 4000 になった。また、行動ルールは w_{ad} , w_{an} の値が正, w_{fd} の値が負になった。エージェントは仮想空間全体に広がり、近いエサのある方向へ移動する。エージェントの行動ルールの更新によるエサ取得数と行動ルールの変化の例を図 2.1, 2.2 に示す。

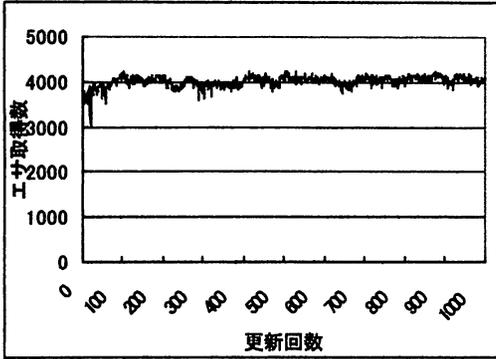


図 2.1 エサ発生確率 1/50 の環境でのエサ取得数の変化

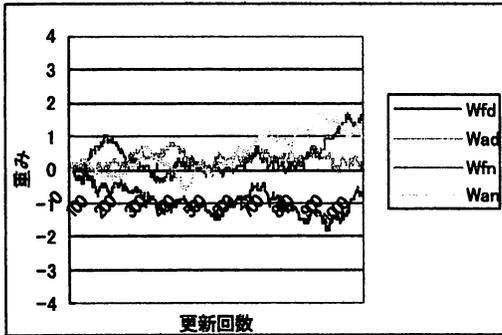


図 2.2 エサ発生確率 1/50 の環境での行動ルールの変化

4. 3 エサ発生確率 1/1000 の場合

最後にエサ発生確率を 1/1000 とし、エサが発生しにくい環境で実験を行った。行動ルールを更新するとエージェントのエサ取得数は約 330 になった。また、行動ルールは w_{fd} の値は負になり w_{ad} の値は 0 に近く、負になる場合もなった。エージェントは数体が集まって仮想空間全体をエサのある方向へ移動する。エージェントの行動ルールの更新によるエサ取得数と行動ルールの変化の例を図 3.1, 3.2 に示す。

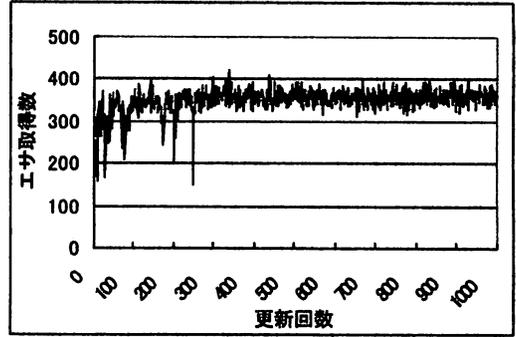


図 3.1 エサ発生確率 1/1000 の環境でのエサ取得数の変化

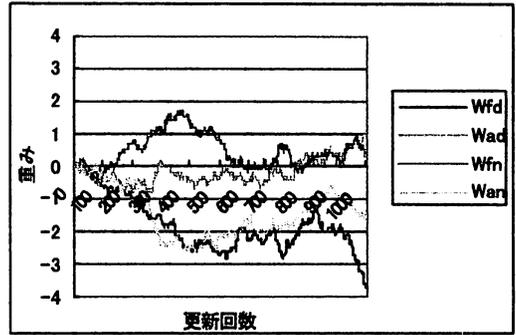


図 3.2 エサ発生確率 1/1000 の環境での行動ルールの変化

5. 考察

前章の実験から、エージェントの行動ルールは更新を続けると、多くの場合 w_{fd} は負, w_{ad} は正となることが分かった。このことからエサの近い方向、他エージェントから離れる方向に移動するように行動ルールは更新されることが分かる。行動ルールにおいて一番重要な要素はエサの数で w_{fn} の値は常に高くなるだろうと予想したが、 w_{fn} は負になる場合もあり、エサの数よりエサの距離を重要とするようである。このときエージェントは仮想空間全体に広がってエサをとるという行動をとる。また、 w_{fd} が負になるのでエージェントは仮想空間全体を近いエサがある方向に移動する。

エサの発生確率が高い環境では、 w_{ad} の他に w_{an} の値も正になる。 w_{ad} と w_{an} の値が正になる行動ルールでは、エージェントは他エージェントが遠くで数が多い方向に移動する。エサの発生確率が高い環境では他エージェントがエサをとったあとでもすぐにエサが発生するので、発生したエサをとりエージェントは移動する。他エージェントが多い方向でも離れているので多くのエサをとることができる。

反対にエサの発生確率が低い環境では、 w_{ad} の値が負、 w_{ad} の値が0に近くなるので、他エージェントに近い方向へ移動しエージェントが集まる。エサが発生するとエサのある方向へ移動する。仮想空間にエサが少ない場合には単独でエサを探すよりエージェントが集まって探したほうがエサを見つける可能性が高いことになる。

今回の実験では、環境の状態によって共通した特徴をもつ数種類の行動ルールが生成された。しかし、エージェントの行動を観察すると、多くの行動ルールでエージェントは仮想空間全体に広がり、近いエサのある方向に移動するという行動をとる。より多くのエサをとるためのエージェントの行動に対して、その行動をとる行動ルールは数種類あることになる。仮にエージェントがある行動ルールにしたがうことができなくても、別の行動ルールにしたがって多くのエサを集めることができる。

ルールから行動を生成するエージェントベースモデルでは簡単なルールでも環境に合った行動を取り、目的を達成することができる。この特徴を利用して簡単な命令から複雑な作業をこなすロボットの操作を行うことや簡単な命令で多くの機械を制御することが可能である。

6. おわりに

本稿では山登り法によってエージェントの行動ルールを更新し、その行動ルールからエージェントがどのような行動が生成されるか調べた。本稿で用いた実験モデルにおいて多くのエサをとるためには、エージェントの行動ルールはエサの距離が近い方向、他エージェントの距離が遠い方向に移動するように設定すればよいことが分かった。このときエージェントは仮想空間全体をエサのある方向に移動するという行動をとった。また、エサが発生しやすい環境では他エージェントの数が多く離れている方向、発生しにくい環境では他エージェントが近い方向に移動する、というようなそれぞれの環境に合った行動ルールも生成された。今後の課題としてエージェントが協調して行動するようなモデルを作成し、行動ルールとエージェントの行動の関係について調べていきたい。

参考文献

[1] Joshua M. Epstein, Robert Axtell 著 服部正太, 木村加代子 訳: 人工社会, 共立出版, 1999.

[2] 西村信一郎: 捕食・被捕食系にみる集団運動のパターンと進化, 数理科学 430, pp.63-68, 1999.
[3] 黒木麻理, 乾伸雄, 小谷善行: 捕食モデルにおけるエージェントの行動から生じる群れの形成実験, 情報処理学会第 64 回全国大会, 2002.